


**Chip antenna and mobile communication apparatus using the same**

Patent Number: ☐ [EP0878864](#), [A3](#)  
Publication date: 1998-11-18  
Inventor(s): DAKEYA YUJIRO (JP); TSURU TERUHISA (JP); KANBA SEIJI (JP); SUESADA TSUYOSHI (JP)  
Applicant(s): MURATA MANUFACTURING CO (JP)  
Requested Patent: ☐ [JP11031913](#)  
Application Number: EP19980108944 19980515  
Priority Number(s): JP19980109484 19980420; JP19970125787 19970515  
IPC Classification: H01Q1/36  
EC Classification: [H01Q1/36B](#), [H01Q1/38](#)  
Equivalents: ☐ [US6075491](#)  
Cited Documents: [EP0764999](#); [EP0762538](#); [JP8186420](#)

---

**Abstract**

---

A chip antenna (10) includes, inside a rectangular-parallelepiped base (11) having barium oxide, aluminum oxide, and silica as main constituents, a conductor (12) wound in a spiral form along the length direction of the base (11), and an LC parallel resonance circuit (13), which is inserted in the intermediate portion of the conductor (12) and which is connected electrically in series with the conductor (12), and includes, on the surface of the base (11), a power-feeding terminal (14) for applying a voltage to the conductor (12). The conductor (12) is separated into a first conductor (121) and a second conductor (122) by the LC parallel resonance circuit (13). The LC parallel resonance circuit (13) is formed of a coil L1, which is an inductance element, and a capacitor C1, which is a capacitance element, which are connected in parallel. 

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

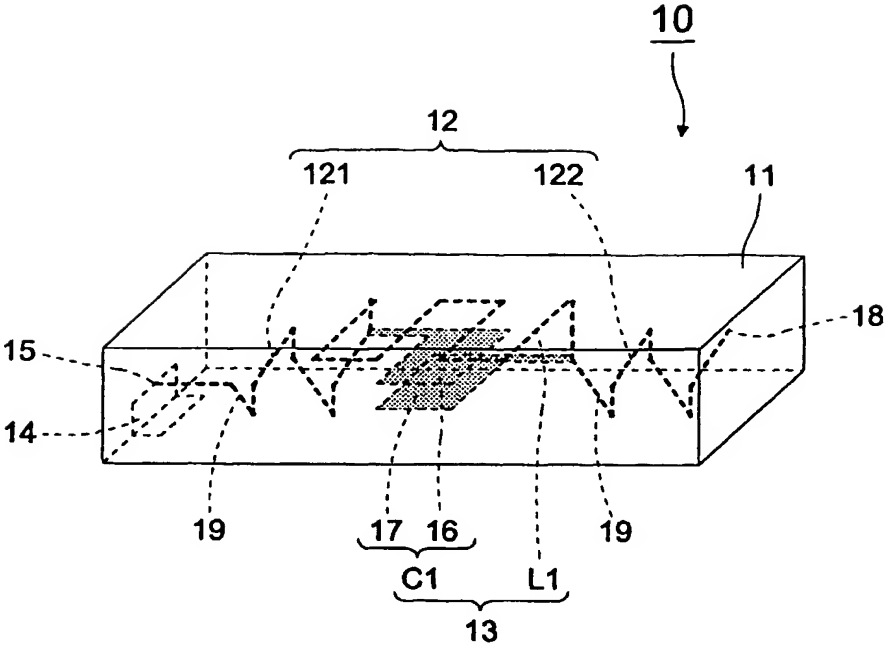


FIG.1

## BACKGROUND OF THE ONVENTION

The present invention relates to a chip antenna and, more particularly, to a chip antenna for use in a mobile communication apparatus, such as a PHS (Personal Handy-phone System) or a portable telephone set using the chip antenna.

A print antenna which has a plurality of resonance frequencies and which can be used at a plurality of frequencies at the same time has been proposed in Japanese Unexamined Patent Publication No. 8-186420. Fig. 11 shows a conventional print antenna having a plurality of resonance frequencies, which can be used for two frequencies. A print antenna 50 is formed of a dielectric substrate 52 on which a monopole element 51 whose one end is connected to a power source V is printed. An anti-resonance circuit 54, which is a parallel circuit of a chip inductor 53a and a chip capacitor 53b, is inserted in the intermediate portion of the monopole element 51, and the monopole element 51 is separated into a first antenna element 51a and a second antenna element 51b. The monopole element 51 resonates at a first frequency  $f_1$  (wavelength:  $\lambda_1$ ), and the length of the monopole element 51 at this time is approximately  $1/4 \lambda_1$ . Also, the anti-resonance circuit 54 resonates at a second frequency  $f_2$  (wavelength:  $\lambda_2$ ). Further, since the first antenna element 51a is made to singly resonate at the second frequency  $f_2$ , the length thereof is set at approximately  $2/4 \lambda_2$ . Since the anti-resonance circuit 54 resonates at the second frequency  $f_2$ , the print antenna constructed as described above becomes equivalent to a state in which with respect to the second frequency  $f_2$ , the second antenna element 51b is opened, and resonates at the first frequency  $f_1$  and also the second frequency  $f_2$ . Thus, the print antenna has two resonance frequencies.

The band width of the first and second frequencies  $f_1$  and  $f_2$  is determined by the width of the first and second antenna elements 51a and 51b. An increase in the width makes it possible to increase the band width of the first and second frequencies  $f_1$  and  $f_2$ .

However, according to the above-described conventional print antenna, if an attempt to realize a wider band is made, the width of the first and second antenna elements must be increased, causing the print antenna to become enlarged, as a result, presenting the problem that it is difficult to form the mobile communication apparatus which mounts this print antenna into a smaller size.

An object of the present invention is to provide a small chip antenna having a plurality of resonance frequencies a mobile communication apparatus using the chip antenna, which overcome the above described problems and the other problems of the prior art antennas.

The present invention provides a chip antenna, comprising: a base comprising at least one of a dielectric material and a magnetic material; at least one conductor provided at least one of within the base and on the surface of the base; and an anti-resonance circuit inserted in the intermediate portion of said conductor and electrically connected in series; and a power-feeding terminal provided on the surface of said base and electrically connected to one end of said conductor.

According to the above chip antenna, since there is provided an anti-resonance circuit, which is inserted into an intermediate portion of the conductor and which is connected electrically in series, the conductor resonates at the frequency corresponding to the length of the conductor. With respect to the frequency at which the anti-resonance circuit resonates, the state is reached which is equivalent to that in which from the position of the conductor at which the anti-resonance circuit is connected to the other end is opened. If the length from one end of the conductor to the position at which the anti-resonance circuit is connected is set so that the conductor resonates at the frequency at which the anti-resonance circuit resonates, this chip antenna can have as resonance frequencies a frequency corresponding to the length of the conductor and a frequency corresponding to the length from one end of the conductor to the position at which the anti-resonance circuit is connected.

Therefore, it is possible to realize an antenna having a plurality of resonance frequencies by one chip antenna. As a result, this can be used, for example, as a winding-up antenna for a portable telephone set, an antenna in which both transmission and reception are shared, and the like.

By setting the total length of the conductor, and the length from the power-feeding terminal to the position at which the anti-resonance circuit is connected at any desired value, it is possible to set two resonance frequencies at any desired values. Therefore, this antenna can serve any desired mobile communication apparatus, and the like.

Further, since the band width of a plurality of frequencies is determined by a stray capacitance generated between the conductor of the chip antenna and a ground of the mobile communication apparatus mounting the chip antenna, it is possible to realize a small chip antenna having a wide band width without enlarging the chip antenna itself.

In the above described chip antenna, said anti-resonance circuit may be an LC parallel resonance circuit comprising an inductance element and a capacitance element.

According to the above chip antenna, it is possible to house the inductance element and the capacitance element within the base, comprising at least one of the dielectric material and the magnetic material, which forms the chip antenna, or to mount it. Therefore, it is possible to form the chip antenna having a plurality of resonance frequencies into a smaller size.

In the above described chip antenna, at least one of the inductance element and the capacitance element which constitutes said anti-resonance circuit may be a variable element.

According to the above chip antenna, it is possible to adjust the resonance frequency of the LC parallel resonance circuit by adjusting the value of the variable element, and as a result, it is possible to obtain a chip antenna having satisfactory antenna characteristics.

In the above described chip antenna, said anti-resonance circuit may be mounted within said base.

According to the above chip antenna, it is possible to form the chip antenna into a smaller size, the aging of the anti-resonance circuit is decreased, and the durability is increased, making it possible to enhance the reliability of the chip antenna.

The present invention further provides a mobile communication apparatus, comprising: the above described chip antenna; a transmission circuit connected to said chip antenna; a receiving circuit connected to said chip antenna; and a housing which covers said chip antenna, said transmission circuit and said receiving circuit.

According to the above mobile communication apparatus, since the above described chip antenna having a plurality of resonance frequencies is used, it is possible for one antenna to transmit and receive radio waves at a plurality of different frequencies. Therefore, it is possible to form the mobile communication apparatus into a smaller size.

Other features and advantages of the present invention will become apparent from the following description of the invention which refers to the accompanying drawings.

## BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

Fig. 1 is a see-through perspective view of a first embodiment of a chip antenna according to the present invention.

Fig. 2 is an exploded perspective view of the chip antenna of Fig. 1.

Fig. 3 is an equivalent circuit diagram of the chip antenna of Fig. 1.

Fig. 4 is a view showing the reflection loss and the voltage standing wave ratio of the chip antenna of Fig. 1.

Fig. 5 is a view showing the input impedance of the chip antenna of Fig. 1.

Fig. 6 is a see-through perspective view showing a modification of the chip antenna of Fig. 1.

Fig. 7 is a see-through perspective view showing another modification of the chip antenna of Fig. 1.

Fig. 8 is a see-through perspective view of a second embodiment of a chip antenna of the present invention.

Fig. 9 is a see-through perspective view of a third embodiment of a chip antenna of the present invention.

Fig. 10 is an RF block diagram of an ordinary mobile communication apparatus.

Fig. 11 is a top plan view showing a conventional print antenna.

## PREFERRED EMBODIMENTS OF THE PRESENT INVENTION

Figs. 1 and 2 are a see-through perspective view and an exploded perspective view of a first embodiment of a chip antenna according to the present invention. A chip antenna 10 comprises, within a base 11 having barium oxide, aluminum oxide, and silica as main constituents, a conductor 12 wound in a spiral form along the length direction of the base 11, and an LC parallel resonance circuit 13, which is an anti-resonance circuit inserted in the intermediate portion of the conductor 12 and connected electrically in series with the conductor 12, and also comprises a power-feeding terminal 14 for applying a voltage to the conductor 12 on the surface of the base 11.

The conductor 12 is separated into a first conductor 121 and a second conductor 122 by the LC parallel resonance circuit 13. Also, the LC parallel resonance circuit 13 is formed of a coil L1, which is an inductance element, and a capacitor C1, which is a capacitance element, which are connected in parallel.

One end of the first conductor 121, which is one end of the conductor 12, is extended out on the end surface of the base 11, forming a power-supply section 15, and is connected to the power-feeding terminal 14. Further, the other end of the first conductor 121 is connected to one end of the coil L1 and a capacitor electrode 16 which forms the capacitor C1 inside the base 11. Further, one end of the second conductor 122 is connected to the other end of the coil L1 and a capacitor electrode 17 which forms the capacitor C1. Further, the other end of the second conductor 122, which is the other end of the conductor 12, forms a free end 18 inside the base 11. With such a construction, the conductor 12 formed of the first and second conductors 121 and 122, and the LC parallel resonance circuit 13 become connected in series with each other.

The base 11 is formed in such a way that rectangular sheet layers 1a to 1d formed of a dielectric material (relative dielectric constant: about 6.0) having barium oxide, aluminum oxide, and silica as main constituents are multilayered. Of these layers, on the surfaces of the sheet layers 1a and 1b, there is provided conductive patterns 2a to 2h, which are formed of copper or a copper alloy and formed nearly in the shape of a letter L or nearly in a linear shape by printing, vapor deposition, bonding, or plating, and capacitor electrodes 16 and 17 which are formed nearly in a rectangular shape.

Further, on the surface of the sheet layer 1c, there is provided a meandering-shaped coil electrode 3, which is formed of copper or a copper alloy by printing, vapor deposition, bonding, or plating and which forms the coil L1. Further, viaholes 19 are provided in the thickness direction at predetermined positions (at both ends of conductive patterns 2e and 2g, one end of conductive patterns 2f and 2h, and both ends of the coil electrode 3) of the sheet layers 1b and 1c.

Then, by sintering the sheet layers 1a to 1d in layers and connecting the conductive patterns 2a, 2b, 2e, and 2f by the viahole 19, and connecting the conductive patterns 2c, 2d, 2g, and 2h by the viahole 19, a conductor 12, formed of the first and second conductors 121 and 122 wound in a spiral form, is formed along the length direction of the base 11 within the base 11. The axial direction of the spiral conductors 121 and 122 are substantially perpendicular to the stacking direction of the sheet layers 1a through 1d.

Fig. 3 shows an equivalent circuit diagram of the chip antenna 10 of Fig. 1. The chip antenna 10 comprises the conductor 12 formed of the first and second conductors 121 and 122 such that resistance components and inductance components are connected in series, and the LC parallel resonance circuit 13 such that the coil L1 and the capacitor C1 are connected in parallel.

One end of the first conductor 121 is connected to the power-feeding terminal 14, and the other end is connected to one end of the LC parallel resonance circuit 13. Further, one end of the second conductor 122 is connected to the other end of the LC parallel resonance circuit 13, and the other end forms the free end 18.

In the chip antenna 10 having this construction, the conductor 12 resonates at the first frequency  $f_1$ . Also, with respect to the second frequency  $f_2$  at which the LC parallel resonance circuit 13 resonates, the state is reached which is equivalent to that in which from the position of the conductor 12 at which the LC parallel resonance circuit 13 is connected to the other end, that is, the second conductor 122, is opened. If the length from one end of the conductor 12 to the position at which the LC parallel resonance circuit 13 is connected, that is, the length of the first conductor 121, is set so that the first conductor 121 resonates at the second frequency  $f_2$ , the first conductor 121 resonates at the second frequency  $f_2$ .

As a result, the chip antenna 10 can have as resonance frequencies the first frequency  $f_1$  corresponding to the length of the conductor 12 and the second frequency  $f_2$  corresponding to the length of the first conductor 121.

Table 1 shows  $f_1$ ,  $f_2$ ,  $f_2-f_1$ , BWa, and BWb in three types of the chip antenna 10 such that the length  $d_1$  of the conductor 12 and the length  $d_2$  of the first conductor 121 are varied, respectively, where BWa and BWb are a band width of the first and second frequencies  $f_1$  and  $f_2$ , respectively, when the voltage standing wave ratio = 2.

Id=[Table 1] Columns=8

Head Col 1: Sample No.  
Head Col 2 to 3:  
Head Col 4 to 6:  
Head Col 7 to 8: VSWR=2

SubHead Col 1:  
SubHead Col 2:  $d_1$  [mm]  
SubHead Col 3:  $d_2$  [mm]  
SubHead Col 4:  $f_1$  [MHz]  
SubHead Col 5:  $f_2$  [MHz]  
SubHead Col 6:  $f_1-f_2$  [MHz]  
SubHead Col 7: BWa [MHz]  
SubHead Col 8: BWb [MHz]  
19489812.8866.854.015.716.3  
29079874.0964.090.017.020.6  
39680790.0953.0163.015.418.0

Fig. 4 shows the reflection loss and the voltage standing wave ratio of the chip antenna 10 of sample No. 1

in Table 1. In Fig. 4, the solid line indicates the reflection loss, the broken line indicates the voltage standing wave ratio, and point A and point B ( NABLA marks in Fig. 4) indicate the resonance frequency.

It can be seen from Table 1 and Fig. 4 that as a result of connecting the LC parallel resonance circuit 13, which is an anti-resonance circuit, in series with the conductor 12, the chip antenna 10 has two resonance frequencies. That is, it can be seen that an antenna having two different resonance frequencies by one chip antenna 10 can be realized.

Further, by setting the length d1 from one end of the conductor 12, which is the power-supply section 15, to the other end, which is the free end 18, and the length d2 from one end of the first conductor 121 to the other end at any desired values, it is possible to set two resonance frequencies at any desired values.

The band width of the first and second frequencies f1 and f2 is determined by a stray capacitance generated between the conductor 12 of the chip antenna 10 and a ground (not shown) of a mobile communication apparatus mounting the chip antenna 10. By increasing the stray capacitance, it is possible to increase the band width of the first and second frequencies f1 and f2.

Fig. 5 shows the input impedance characteristics of the antenna apparatus 10 shown in Fig. 1. It can be seen from this figure that at two resonance frequencies 812.8 MHz (point A) and 866.8 MHz (point B), the ratio of the input impedance of the chip antenna 10 to the characteristic impedance of a high-frequency circuit section of a mobile communication apparatus and the like mounting the chip antenna 10 becomes 1.09 and 0.99, respectively, and the input impedance of the chip antenna 10 nearly coincides with the characteristic impedance of a high-frequency circuit section of a mobile communication apparatus and the like mounting the chip antenna 10. That is, it can be seen that a matching circuit for adjusting impedance is not required.

Figs. 6 and 7 show see-through perspective views of modifications of the chip antenna 10 of Fig. 1. A chip antenna 10a of Fig. 6 comprises a rectangular-parallelepiped base 11a, a conductor 12a wound in a spiral form along the length direction of the base 11a on the surface of the base 11a, an LC parallel resonance circuit 13a, which is inserted in the intermediate section of the conductor 12a and connected electrically in series with the conductor 12a and which is formed inside the base 11a, and a power-feeding terminal 14a, formed on the surface of the base 11a, for applying a voltage to the conductor 12a.

The conductor 12a is separated into a first conductor 121a and a second conductor 122a by the LC parallel resonance circuit 13a. The LC parallel resonance circuit 13a is formed of a coil L1 and a capacitor C1, which are connected in parallel.

One end of the first conductor 121a is connected to the power-feeding terminal 14a on the surface of the base 11a, and the other end of the first conductor 121a is connected to one end of the coil L1 and a capacitor electrode 16a which forms the capacitor C1 via a viahole 19a. Further, one end of the second conductor 122a is connected to the other end of the coil L1 and a capacitor electrode 17a which forms the capacitor C1 via the viahole 19a, and the other end of the second conductor 122a forms a free end 18a on the surface of the base 11a.

In this case, since the conductor 12a formed of the first and second conductors 121a and 122a can be formed easily by screen printing and the like on the surface of the base 11a, the manufacturing step of the chip antenna 10a can be simplified.

A chip antenna 10b of Fig. 7 comprises a rectangular-parallelepiped base 11b, a conductor 12b formed in a meandering shape on the surface (one main surface) of the base 11b, an LC parallel resonance circuit 13b, which is inserted in the intermediate portion of the conductor 12b and connected electrically in series with the conductor 12b and which is formed inside the base 11b, and a power-feeding terminal 14b, formed on the surface of the base 11b, for applying a voltage to the conductor 12b.

The conductor 12b is separated into a first conductor 121b and a second conductor 122a by the LC parallel resonance circuit 13b. The LC parallel resonance circuit 13a is formed of a coil L1 and a capacitor C1, which are connected in parallel.

One end of the first conductor 121b is connected to the power-feeding terminal 14b on the surface of the base 11b, and the other end of the first conductor 121b is connected to one end of the coil L1 and a

capacitor electrode 16b which forms the capacitor C1 via a viahole 19b. Further, one end of the second conductor 122b is connected to the other end of the coil L1 and a capacitor electrode 17b which forms the capacitor C1 via the viahole 19b, and the other end of the second conductor 122b forms a free end 18b on the surface of the base 11b.

In this case, since the conductor having a meandering shape is formed only on one main surface of the base, a lower height of the base can be achieved, consequently also achieving a lower height of the antenna main unit. The conductor having a meandering shape may also be provided within the base.

According to the above-described chip antenna of the first embodiment, since there is provided an anti-resonance circuit, which is inserted in an intermediate portion of a conductor and connected electrically in series, the conductor resonates at a first frequency. With respect to a second frequency at which the anti-resonance circuit resonates, the state is reached which is equivalent to that in which from the position of the conductor at which the anti-resonance circuit is connected to the other end, that is, a second conductor, is opened. If the length from one end of the conductor to the position at which the anti-resonance circuit of the conductor is connected, that is, the length of the first conductor, is set so that the first conductor resonates at the second frequency, this chip antenna can have the first frequency corresponding to the length of the conductor and a second frequency corresponding to the length of the first conductor as resonance frequencies.

Therefore, it is possible to realize an antenna having two different resonance frequencies by one chip antenna. As a result, this can be used, for example, for a winding-up antenna for a portable telephone set, and an antenna in which transmission and reception are shared.

By setting the total length of the conductor, and the length from the power-feeding terminal to the position at which the anti-resonance circuit is connected, that is, the length of the first conductor, at any desired value, it is possible to set two resonance frequencies at any desired values.

Further, since the anti-resonance circuit is formed of an LC parallel resonance circuit, it is possible to house the anti-resonance circuit within a base formed of a dielectric material, which forms the chip antenna, or to mount it.

Since the band width of the first and second frequencies is determined by a stray capacitance generated between the conductor of the chip antenna and the ground of the mobile communication apparatus mounting the chip antenna, it is possible to realize a small chip antenna having a wide band width without enlarging the chip antenna itself.

Further, since the anti-resonance circuit is mounted within the base, a smaller size of the chip antenna can be achieved, the aging of the anti-resonance circuit is decreased, and the durability is increased, making it possible to enhance the reliability of the chip antenna.

As in the chip antenna of the first embodiment, since the capacitance element which forms the anti-resonance circuit is mounted within the base as a capacitor electrode, the variable range of the capacitance value of the capacitance element is increased. Therefore, it is possible to increase the variable range of the second frequency.

Further, as in the chip antenna of the first embodiment, since the inductance element and the capacitance element which form the anti-resonance circuit are mounted as a coil electrode and as a capacitor electrode within the base, respectively, a fine adjustment of the inductance value of the inductance element and the capacitance value of the capacitance element is possible at the design stage, and the first and second frequencies can be determined with high accuracy at the design stage.

Fig. 8 shows a see-through perspective view of a second embodiment of a chip antenna according to the present invention. A chip antenna 20 comprises, within a rectangular-parallelepiped base 21 having barium oxide, aluminum oxide, and silica as main constituents, a conductor 22 wound in a spiral form along the length direction of the base 21, comprises, on the surface (one main surface) of the base 21, an LC parallel resonance circuit 23, which is inserted in the intermediate portion of the conductor 22 and which is connected electrically in series with the conductor 22, and comprises, on the surface of the base 11, a power-feeding terminal 24 for applying a voltage to the conductor 22.



The conductor 22 is separated into a first conductor 221 and a second conductor 22 by the LC parallel resonance circuit 23. The LC parallel resonance circuit 23 is formed of a variable chip coil L2, which is an inductance element, and a variable chip capacitor C2, which is a capacitance element, which are connected in parallel.

One end of the first conductor 221, which is one end of the conductor 22, is extended out on the end surface of the base 21, forming a power-supply section 25, and is connected to the power-feeding terminal 24. Further, the other end of the first conductor 221 is connected to one end of the variable chip coil L2 and one end of the variable chip capacitor C2 via a viahole 26. Further, one end of the second conductor 222 is connected to the other end of the variable chip coil L2 and the other end of the variable chip capacitor C2 via the viahole 26. Further, the other end of the second conductor 222, which is the other end of the conductor 22, forms a free end 27 inside the base 21. With such a construction, the conductor 22 formed of the first and second conductors 211 and 222, and the LC parallel resonance circuit 23 become connected in series with each other.

The equivalent circuit of the chip antenna 20 of Fig. 8 is the same as in the case of the chip antenna 10 of Fig. 1, which is shown in Fig. 3.

Table 2 shows a gain of the chip antenna 20 in the case when the inductance value of the variable chip coil L2 which forms the LC parallel resonance circuit 23 is fixed to 3.0 nH, and the capacitance value of the variable chip capacitor C2 is set at 5.0 to 25.0 pF.

The length from one end of the first conductor 221 of the chip antenna 20 to the other end is about 100 mm, and the frequency at which the first conductor 221 resonates is approximately 750 MHz. In Table 2, f2 is a calculated value of the second frequency at which the LC parallel resonance circuit 23 resonates, which is determined by the inductance value of the variable chip coil L2 and the capacitance value of the variable chip capacitor C2.

Id=[Table 2] Columns=4

Head Col 1: L [nH]	Head Col 2: C [pF]	Head Col 3: f [MHz]	Head Col 4: Gain [dBd]
3.05	0.1299	5-20.3	
3.010	0.0918	9-9.2	
3.015	0.0750	3-3.5	
3.020	0.0649	7-6.3	
3.025	0.0581	2-11.0	

It can be seen from this Table 2 that when the second frequency f2 at which the LC parallel resonance circuit 23 resonates nearly coincides with the frequency at which the first conductor 221 resonates (L = 3.0 [nH], C = 15.0 [pF]), the gain of the chip antenna reaches a maximum. That is, by adjusting the capacitance value of the variable chip capacitor C2, the second frequency f2 at which the LC parallel resonance circuit 23 resonates can be adjusted, and as a result, it is possible to obtain a chip antenna whose antenna characteristics become most satisfactory when the second frequency f2 at which the LC parallel resonance circuit 23 resonates coincides with the frequency at which the first conductor 221 resonates.

This is due to the fact that when the frequency at which the LC parallel resonance circuit 23 resonates coincides with the frequency at which the first conductor 221 resonates, the LC parallel resonance circuit 23 does not hinder the resonance of the first conductor 221.

According to the chip antenna of the above-described second embodiment, since a variable chip capacitor is used as the capacitance element which forms the LC parallel resonance circuit, the second frequency at which the LC parallel resonance circuit resonates can be adjusted by adjusting the capacitance value of the variable chip capacitor. As a result, it is possible to obtain a chip antenna whose antenna characteristics become most satisfactory when the second frequency at which the LC parallel resonance circuit resonates coincides with the frequency at which the first conductor resonates.

Fig. 9 shows a see-through perspective view of a third embodiment of a chip antenna according to the present invention. A chip antenna 30 comprises, within a rectangular-parallelepiped base 31 having barium oxide, aluminum oxide, and silica as main constituents, a conductor 32 wound in a spiral form along the length direction of the base 31, and first and second LC parallel resonance circuits 331 and 332, which are inserted in the intermediate portion of the conductor 32 and which are connected electrically in series with the conductor 32, and comprises, on the surface of the base 31, a power-feeding terminal 34 for applying a voltage to the conductor 32.

The conductor 32 is separated into a first conductor 321, a second conductor 322, and a third conductor 323 by the first and second LC parallel resonance circuits 331 and 332. The first LC parallel resonance circuit 331 is formed of a coil L31, which is an inductance element, and a capacitor C31, which is a capacitance element, which are connected in parallel. The second LC parallel resonance circuit 332 is formed of a coil L32, which is an inductance element, and a capacitor C33, which is a capacitance element, which are connected in parallel.

One end of the first conductor 321, which is one end of the conductor 32, is extended out on the end surface of the base 31, forming a power-supply section 35, and is connected to the power-feeding terminal 34. Further, the other end of the first conductor 321 is connected to one end of the coil L31 and a capacitor electrode 361 which forms a capacitor C31 inside the base 31.

Further, one end of the second conductor 322 is connected to the other end of the coil L31 and a capacitor electrode 371 which forms the capacitor C31 inside the base 11. The other end of the second conductor 322 is connected to one end of the coil L32 and a capacitor electrode 362 which forms the capacitor C32 inside the base 31.

Further, one end of the second conductor 323 is connected to the other end of the coil L32 and a capacitor electrode 372 which forms the capacitor C32 inside the base 11. The other end of the third conductor 323, which is the other end of the conductor 32, forms a free end 38 inside the base 31. With such a construction, the conductor 32 formed of the first, second, and third conductors 321 to 323, and the first and second LC parallel resonance circuits 331 and 332 are connected in series with each other.

In the chip antenna 30 with this construction, the conductor 32 resonates at the first frequency  $f_1$ . With respect to the second frequency  $f_2$  at which the first LC parallel resonance circuit 331 resonates, the state is reached which is equivalent to that in which from the position of the conductor 32 at which the first LC parallel resonance circuit 331 is connected to the other end, that is, the second and third conductors 322 and 323, are opened. If the length from one end of the conductor 32 to the position at which the first LC parallel resonance circuit 331 is connected, that is, the length of the first conductor 321, is set so that the first conductor 321 resonates at the second frequency  $f_2$ , the first conductor 321 resonates at the second frequency  $f_2$ .

With respect to the third frequency  $f_3$  at which the second LC parallel resonance circuit 332 resonates, the state is reached which is equivalent to that in which from the position of the conductor 32 at which the second LC parallel resonance circuit 332 is connected to the other end, that is, the third conductor 323, is opened. If the length from one end of the conductor 32 to the position at which the second LC parallel resonance circuit 332 is connected, that is, the length such that the lengths of the first and second conductors 321 and 322 are added together is set so that the first and second conductors 321 and 322 resonate at the third frequency  $f_3$ , the first and second conductors 321 and 322 resonate at the third frequency  $f_3$ .

As a result, the chip antenna 30 can have as resonance frequencies the first frequency  $f_1$  corresponding to the length of the conductor 32, the second frequency  $f_2$  corresponding to the length of the first conductor 321, and the third frequency  $f_3$  corresponding to the length such that the lengths of the first and second conductors 321 and 322 are added together.

According to the chip antenna of the above-described third embodiment, since there is provided two LC parallel resonance circuits which are inserted into an intermediate portion of a conductor and which are connected electrically in series with each other, it is possible to realize an antenna having three different resonance frequencies by one chip antenna.

Fig. 10 shows an RF block diagram of a portable telephone set, which is an ordinary mobile communication

apparatus. A portable telephone set 40 includes an antenna ANT, a transmission circuit Tx and a receiving circuit Rx, which are connected to the antenna ANT via a switch SW, and a housing 41 which covers the switch SW, and the transmission circuit Tx and the receiving circuit Rx.

The transmission circuit Tx comprises a low-pass filter LPF, a high-output amplifier PA, a band-pass filter BPF, and a mixer MIX, and the receiving circuit Rx comprises a low-noise amplifier LNA, a low-pass filter LPF, and a mixer MIX.

Therefore, it is conceivable to use the chip antennas 10, 10a, 10b, 20, and 30 shown in Figs. 1, and 6 to 9 as the antenna ANT of the portable telephone set 40 shown in Fig. 10.

According to the portable telephone set of the above-described embodiment, since one chip antenna having a plurality of different frequencies is used as the antenna, it is possible for one antenna to perform transmission and reception of radio waves at a plurality of different frequencies. Therefore, it is possible to form the mobile communication apparatus into a smaller size.

Although in the above-described first to third embodiments a case is described in which a base is formed of a dielectric material having barium oxide, aluminum oxide, and silica as main constituents, the base is not limited to this dielectric material, and a dielectric material having titanium oxide, and neodymium oxide as main constituents, a magnetic material having nickel oxide, cobalt oxide, and iron oxide as main constituents, or a combination of a dielectric material and a magnetic material may be used.

Further, although a case is described in which one conductor is used, a plurality of conductors, which are disposed in parallel to each other, may be provided. In this case, it is possible to further increase the number of resonance frequencies according to the number of conductors.

In addition, although a case is described in which one or two anti-resonance circuits are connected in series with a conductor, and the chip antenna has two or three resonance frequencies, by connecting three or more anti-resonance circuits in series with the conductor, it is possible for the chip antenna to have four or more different resonance frequencies. As a result, when, for example, the chip antenna has four different resonance frequencies, it is possible for one chip antenna to transmit and receive radio waves of a plurality of mobile communication apparatuses, such as a pager, a PHS, and a portable telephone set.

Further, although in the first embodiment a case is described in which a capacitance element and an inductance element are disposed inside a base, a part thereof may be provided on both main surfaces of the base. For example, there is a method of providing one or a part of the capacitor electrodes which form the capacitance element or a part of coil electrodes which form the inductance element on both main surfaces of the base. In this case, since the part formed on the main surface of the base can be trimmed easily by a laser or the like, it is possible to easily adjust the frequency at which the anti-resonance circuit resonates and to improve the characteristics of the chip antenna.

While the invention has been particularly shown and described with reference to preferred embodiments thereof, it will be understood by those skilled man in the art that the forgoing and other changes in form and details may be made therein without departing from the spirit of the invention.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

## Claims

1. A chip antenna (10, 10a, 10b; 20; 30) comprising: a base (11, 11a, 11b; 21; 31) comprising at least one of a dielectric material and a magnetic material;

at least one conductor (12, 12a, 12b; 22; 32) provided at least one of within the base and on the surface of the base;

an anti-resonance circuit (13, 13a, 13b; 23; 331, 332) inserted in the intermediate portion of said conductor (12, 12a, 12b; 22; 32) and electrically connected in series; and

a power-feeding terminal (14, 14a, 14b; 24; 34) provided on the surface of said base (11, 11a, 11b; 21; 31) and electrically connected to one end of said conductor (12, 12a, 12b; 22; 32).

2. A chip antenna (10, 10a, 10b; 20; 30) according to claim 1, wherein said anti-resonance circuit (13, 13a, 13b; 23; 331; 332) is an LC parallel resonance circuit comprising an inductance element (L1; L2; L31, L32) and a capacitance element (C1; C2; C31, C32).

3. A chip antenna (10, 10a, 10b; 20; 30) according to one of claims 1 and 2, wherein at least one of the inductance element (L1; L2; L31, L32) and the capacitance element (C1; C2; C31, C32) which constitutes said anti-resonance circuit (13, 13a, 13b; 23; 331, 332) may be a variable element.

4. A chip antenna (10, 10a, 10b; 30) according to one of claims 1 to 3, wherein said anti-resonance circuit (13, 13a, 13b; 331, 332) is mounted within said base (11, 11a, 11b; 31).

5. A mobile communication apparatus, comprising:

a chip antenna (ANT) according to one of claims 1 to 4;

a transmission circuit (Tx) connected to said chip antenna (ANT);

a receiving circuit (Rx) connected to said chip antenna (ANT); and

a housing (41) which covers said chip antenna (ANT), said transmission circuit and said receiving circuit.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

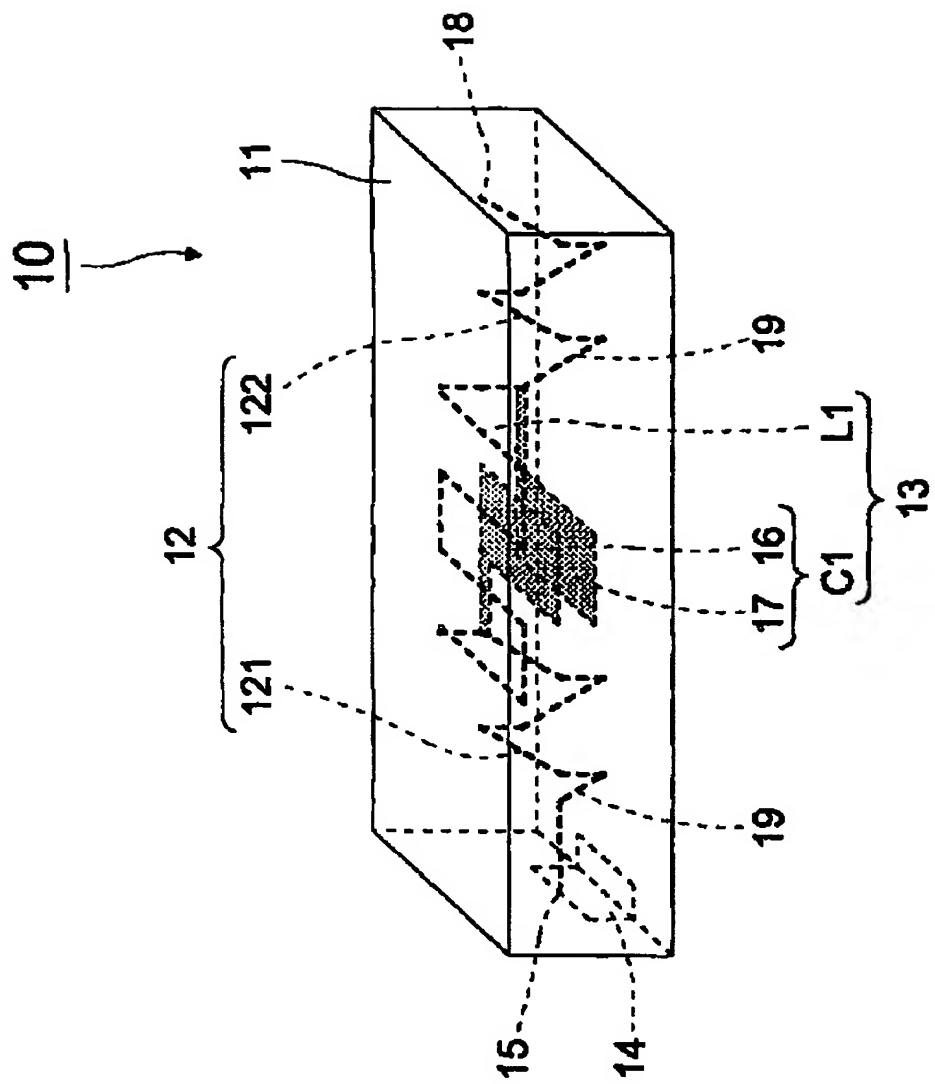


FIG.1

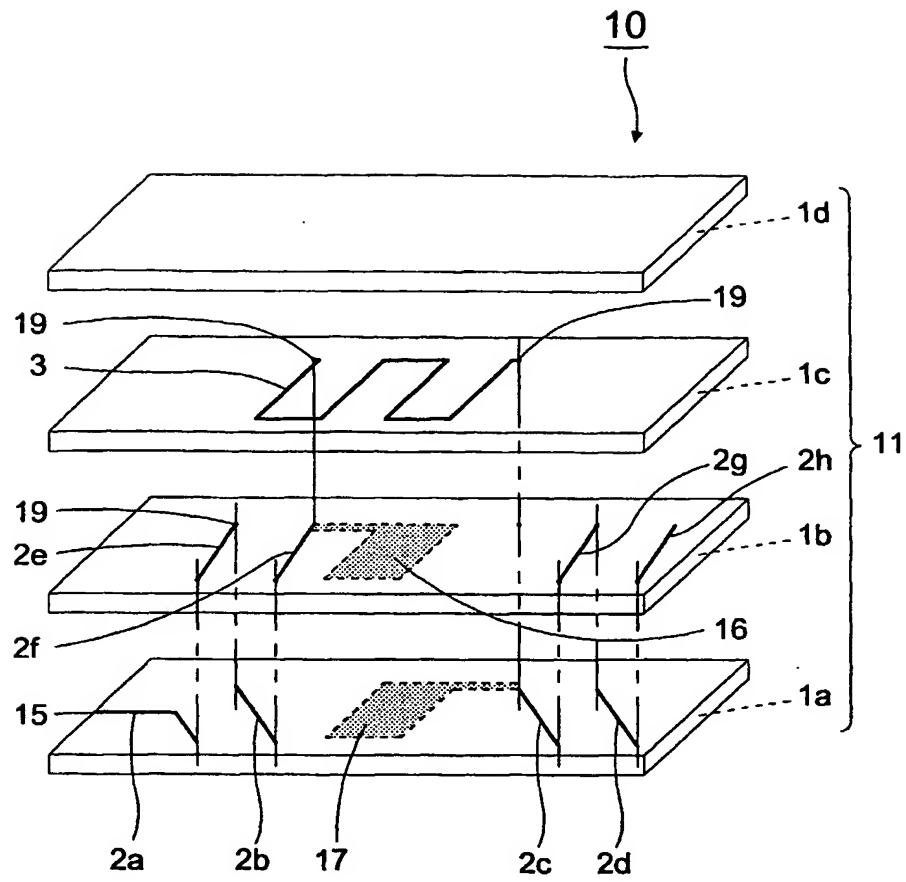


FIG. 2

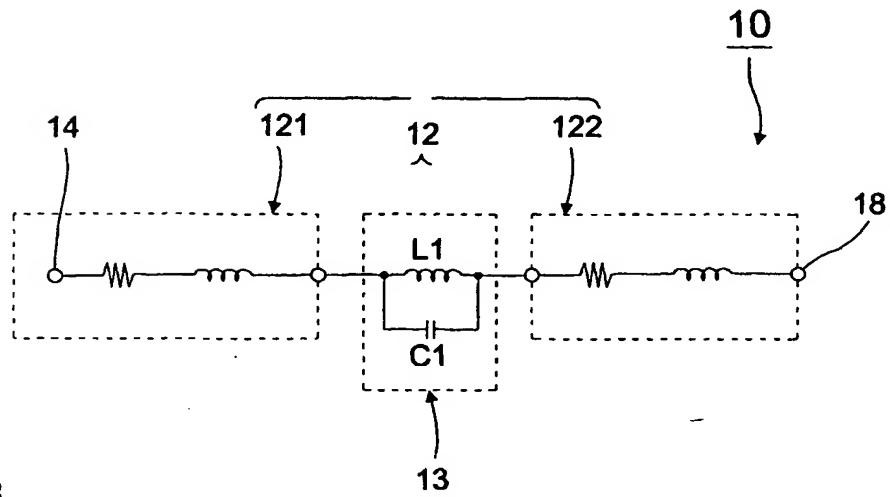


FIG. 3

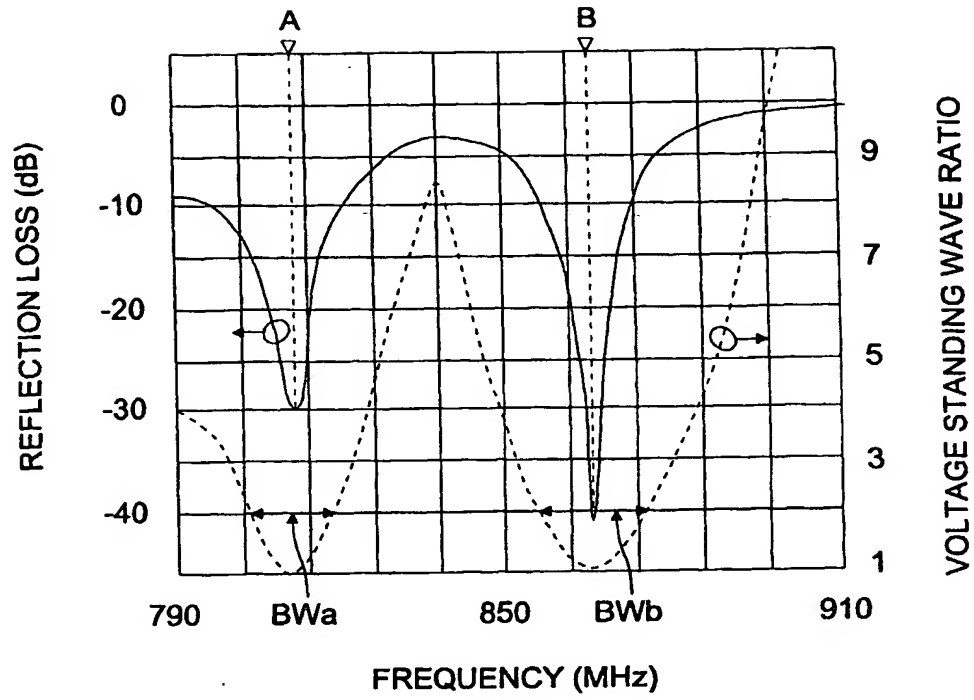


FIG. 4

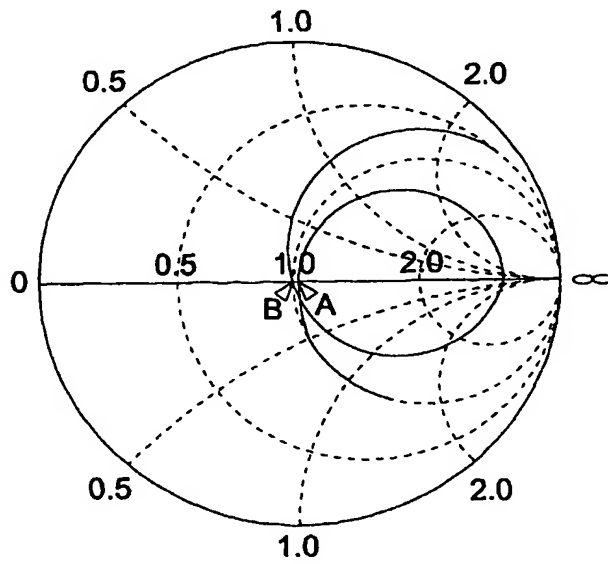


FIG. 5

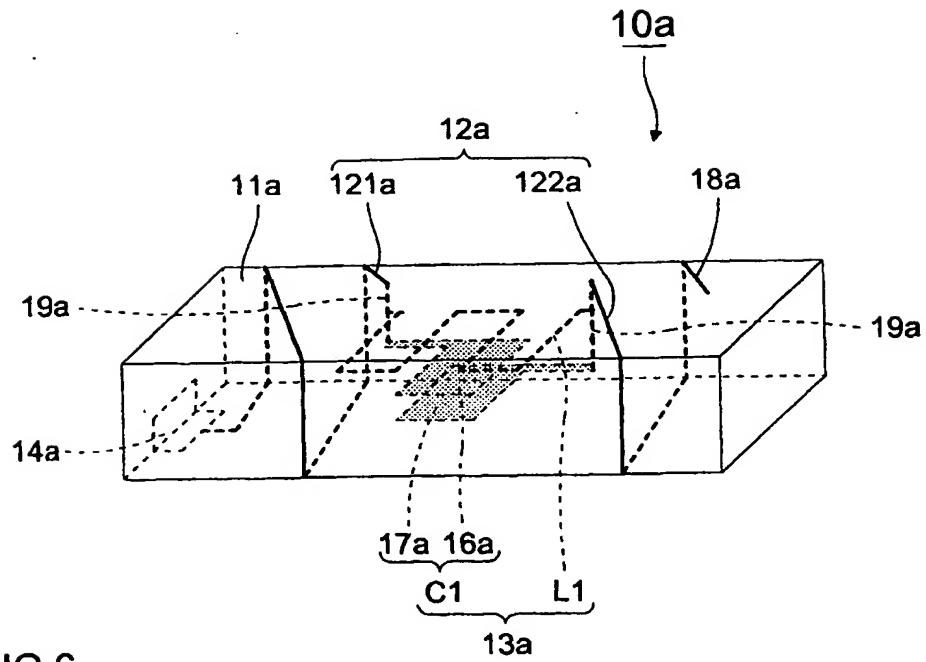


FIG. 6

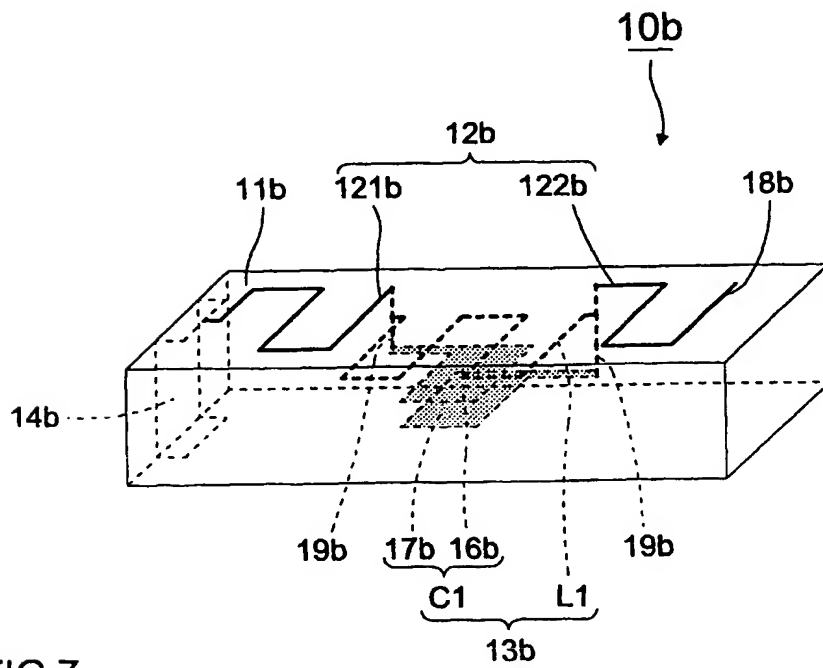


FIG. 7



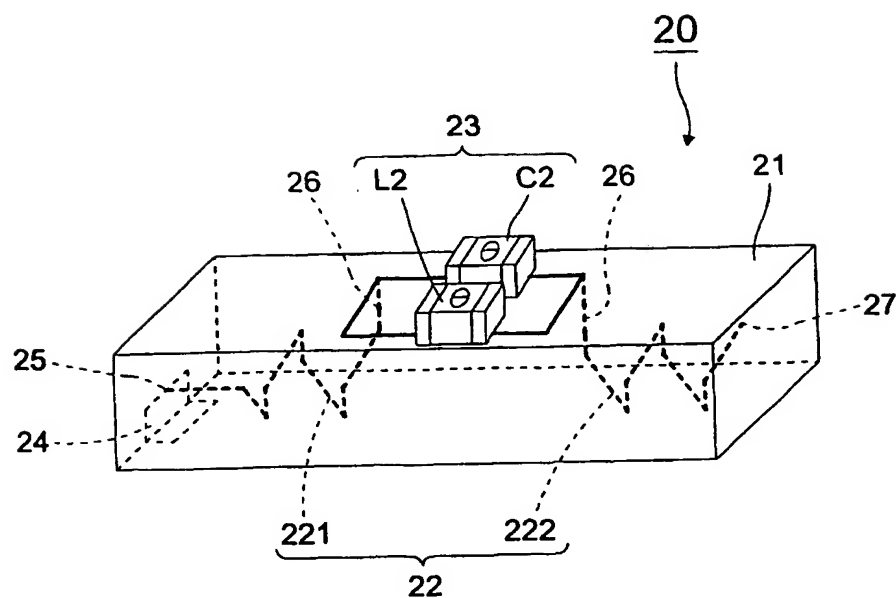


FIG. 8

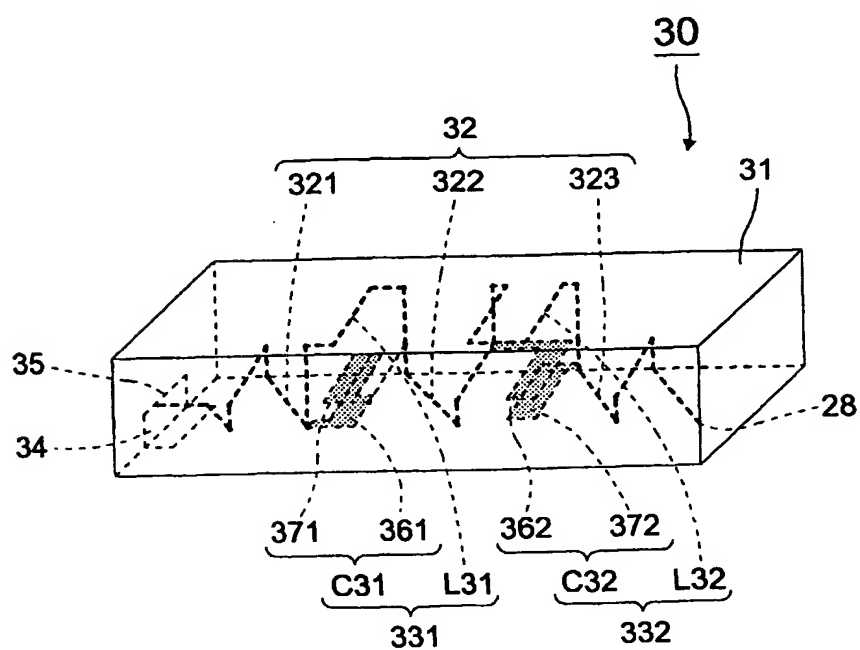
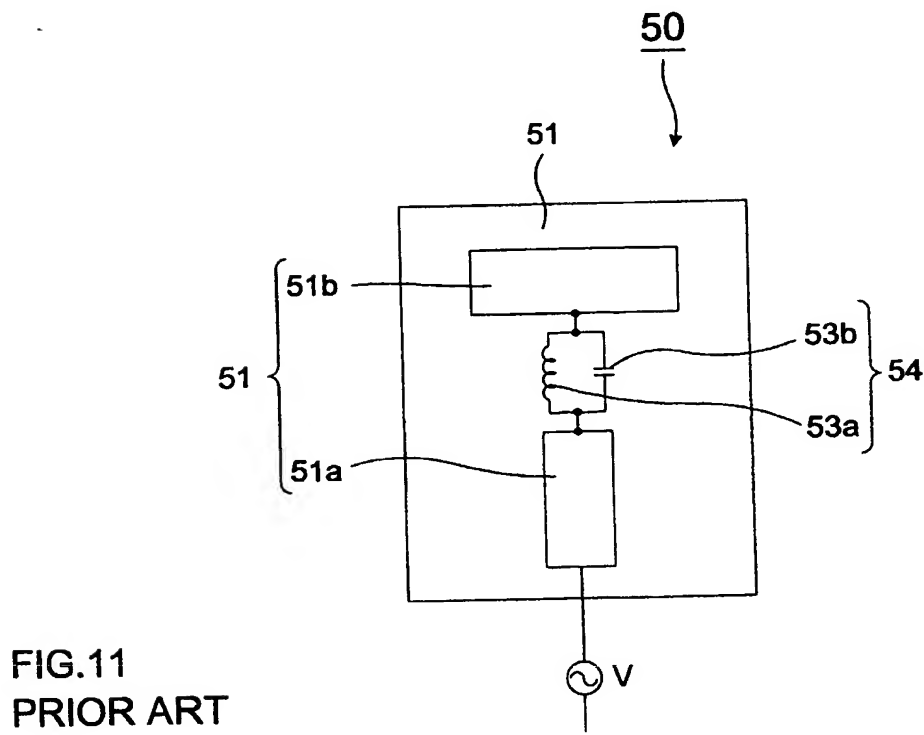
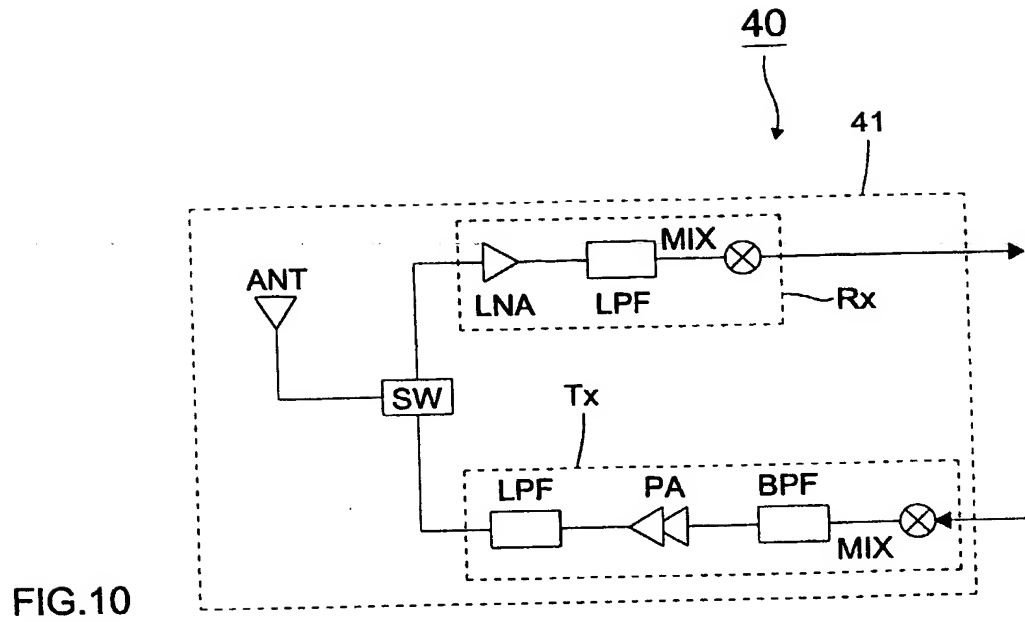


FIG. 9



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-31913

(43) 公開日 平成11年(1999) 2月2日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>  
H 0 1 Q 5/01  
1/38  
9/30  
21/30

識別記号

F I  
H 0 1 Q 5/01  
1/38  
9/30  
21/30

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平10-109484

(22) 出願日 平成10年(1998) 4月20日

(31) 優先権主張番号 特願平9-125787

(32) 優先日 平 9 (1997) 5月15日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000006231

株式会社村田製作所

京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(72) 発明者 嵩谷 雄治郎

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式  
会社村田製作所内

(72) 発明者 鶴 輝久

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式  
会社村田製作所内

(72) 発明者 神波 誠治

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式  
会社村田製作所内

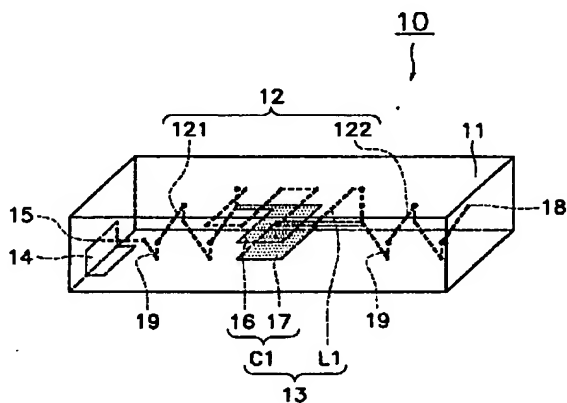
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 チップアンテナ及びそれを用いた移動体通信機

(57) 【要約】

【課題】 複数の共振周波数を備えた小型のチップアンテナを提供する。

【解決手段】 チップアンテナ 10 は、酸化バリウム、酸化アルミニウム、シリカを主成分とする直方体状の基体 11 の内部に、基体 11 の長手方向に螺旋状に巻回される導体 12 と、導体 12 の中間部に挿入され、導体 12 に電気的に直列接続される LC 並列共振回路 13 とを備え、基体 11 の表面に、導体 12 に電圧を印加するための給電用端子 14 を備える。そして、導体 12 は LC 並列共振回路 13 により第 1 導体 121 と第 2 導体 122 とに分離される。また、LC 並列共振回路 13 は並列に接続されたインダクタンス素子であるコイル L1 とキャパシタンス素子であるコンデンサ C1 とからなる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 誘電材料及び磁性材料の少なくとも一方からなる基体と、該基体の内部及び表面の少なくとも一方に形成された少なくとも1つの導体と、前記導体の中間部に挿入され、電気的に直列接続される反共振回路と、前記基体の表面に形成され、前記導体の一端に接続される給電用端子とを備えることを特徴とするチップアンテナ。

【請求項2】 前記反共振回路が、インダクタンス素子とキャパシタンス素子とからなるLC並列共振回路であることを特徴とする請求項1に記載のチップアンテナ。

【請求項3】 前記反共振回路を構成するインダクタンス素子及びキャパシタンス素子の少なくとも一方を可変素子とすることを特徴とする請求項1あるいは請求項2に記載のチップアンテナ。

【請求項4】 前記反共振回路が、前記基体に内蔵されることを特徴とする請求項1乃至請求項3に記載のチップアンテナ。

【請求項5】 請求項1乃至請求項4のいずれかに記載のチップアンテナと、該チップアンテナに接続される送信回路と、前記チップアンテナに接続される受信回路と、前記チップアンテナ、前記送信回路及び前記受信回路をカバーする筐体とを有することを特徴とする移動体通信機。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、チップアンテナに関し、特に、PHS(Personal Handy-phone System)、携帯電話器などの移動体通信機に用いられるチップアンテナに関する。

## 【0002】

【従来の技術】複数の共振周波数を備え、複数の周波数で同時に使用可能なプリントアンテナが、特開平8-186420号公報に提案されている。図11に、従来の複数の共振周波数を備えた2周波共用のプリントアンテナを示す。プリントアンテナ50は、一端が給電源Vに接続されるモノポール素子51をプリントした誘電体基板52で構成される。そして、モノポール素子51の中間部には、チップインダクタ53aとチップコンデンサ53bとの並列回路である反共振回路54が挿入され、モノポール素子51は、第1アンテナ素子51aと第2アンテナ素子51bとに分離される。モノポール素子51は第1周波数 $f_1$ （波長： $\lambda_1$ ）に共振し、このときのモノポール素子51の長さは約 $\lambda_1/4$ である。また、反共振回路54は第2周波数 $f_2$ （波長： $\lambda_2$ ）に共振する。さらに、第1アンテナ素子51aを単体で第2周波数 $f_2$ に共振させるため、その長さを約 $\lambda_2/4$ に設定する。このように構成したプリントアンテナは、反共振回路54が第2周波数 $f_2$ に共振するため、第2周波数 $f_2$ に対しては第2アンテナ素子51bが開放された

状態と等価になり、第1周波数 $f_1$ に共振するとともに第2周波数 $f_2$ にも共振し、2つの共振周波数を備えることとなる。

【0003】なお、第1及び第2周波数 $f_1$ 、 $f_2$ の帯域幅は第1及び第2アンテナ素子51a、51bの幅により決定され、幅を大きくすることにより、第1及び第2周波数 $f_1$ 、 $f_2$ の帯域幅を広げることができる。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上記の従来のプリントアンテナによれば、広帯域化を実現しようとすると第1及び第2アンテナ素子の幅を大きくする必要があり、プリントアンテナが大型化し、その結果、このプリントアンテナを搭載する移動体通信機の小型化が困難であるという問題があった。

【0005】本発明は、このような問題点を解決するためになされたものであり、複数の共振周波数を備えた小型のチップアンテナを提供することを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】上述する問題点を解決するため、本発明のチップアンテナは、誘電材料及び磁性材料の少なくとも一方からなる基体と、該基体の内部及び表面の少なくとも一方に形成された少なくとも1つの導体と、前記導体の中間部に挿入され、電気的に直列接続される反共振回路と、前記基体の表面に形成され、前記導体の一端に接続される給電用端子とを備えることを特徴とする。

【0007】また、前記反共振回路が、インダクタンス素子とキャパシタンス素子とからなるLC並列共振回路であることを特徴とする。

【0008】また、前記反共振回路を構成するインダクタンス素子及びキャパシタンス素子の少なくとも一方を可変素子とすることを特徴とする。

【0009】また、前記反共振回路が、前記基体に内蔵されることを特徴とする。

【0010】本発明の移動体通信機は、上記のチップアンテナと、該チップアンテナに接続される送信回路と、前記チップアンテナに接続される受信回路と、前記チップアンテナ、前記送信回路及び前記受信回路をカバーする筐体とを有することを特徴とする。

【0011】本発明のチップアンテナによれば、導体の中間部に挿入され、電気的に直列接続される反共振回路を備えているため、導体は、導体の長さに応じた周波数に共振し、反共振回路が共振する周波数に対しては、導体の反共振回路の接続位置から他端までが開放された状態と等価になり、導体の一端から反共振回路の接続位置までの長さを、反共振回路が共振する周波数に共振させるように設定すれば、このチップアンテナは、導体の長さに応じた周波数と、導体の一端から反共振回路の接続位置までの長さに応じた周波数とを共振周波数とすることができる。

## 【0012】

【発明の実施の形態】図1及び図2に、本発明に係るチップアンテナの第1の実施例の透視斜視図及び分解斜視図を示す。チップアンテナ10は、酸化バリウム、酸化アルミニウム、シリカを主成分とする直方体状の基体11の内部に、基体11の長手方向に螺旋状に巻回される導体12と、導体12の中間部に挿入され、導体12に電気的に直列接続される反共振回路であるLC並列共振回路13とを備え、基体11の表面に、導体12に電圧を印加するための給電用端子14を備える。

【0013】そして、導体12はLC並列共振回路13により第1導体121と第2導体122とに分離される。また、LC並列共振回路13は並列に接続されたインダクタンス素子であるコイルL1とキャパシタンス素子であるコンデンサC1とからなる。

【0014】なお、導体12の一端である第1導体121の一端は、基体11の端面に引き出され給電部15となり給電用端子14に接続される。また、第1導体121の他端は、基体11の内部においてコイルL1の一端及びコンデンサC1を構成するコンデンサ電極16に接続される。さらに、第2導体122の一端は、基体11の内部においてコイルL1の他端及びコンデンサC1を構成するコンデンサ電極17に接続される。また、導体12の他端である第2導体122の他端は、基体11の内部において自由端18を形成する。このような構成により、第1及び第2導体121、122で構成される導体12とLC並列共振回路13とが直列接続となる。

【0015】基体11は、酸化バリウム、酸化アルミニウム、シリカを主成分とする誘電材料（比誘電率：約6.0）からなる矩形形状のシート層1a～1dを積層してなる。このうち、シート層1a、1bの表面には、印刷、蒸着、貼り合わせ、あるいはメッキによって、銅あるいは銅合金よりなり、略L字状あるいは略直線状をなす導電パターン2a～2hと、略矩形形状をなすコンデンサ電極16、17とが設けられる。

【0016】また、シート層1cの表面には、印刷、蒸着、貼り合わせ、あるいはメッキによって、銅あるいは銅合金よりなり、コイルL1をなすミアンダ状のコイル電極3が設けられる。さらに、シート層1b、1cの所定の位置（導電パターン2e、2gの両端、導電パターン2f、2hの一端及びコイル電極3の両端）には、厚

み方向にビアホール19が設けられる。

【0017】そして、シート層1a～1dを積層焼結し、導電パターン2a、2b、2e、2fをビアホール19で接続し、導電パターン2c、2d、2g、2hをビアホール19で接続することにより、基体11の内部で、基体11の長手方向に、螺旋状に巻回される第1及び第2導体121、122からなる導体12が形成される。

【0018】図3に、図1のチップアンテナ10の等価回路図を示す。チップアンテナ10は、抵抗成分及びインダクタンス成分が直列接続されたものである第1及び第2導体121、122からなる導体12と、コイルL1とコンデンサC1とが並列接続されたLC並列共振回路13とを備える。

【0019】そして、第1導体121の一端は給電用端子14に接続され、他端はLC並列共振回路13の一端に接続される。また、第2導体121の一端はLC並列共振回路13の他端に接続され、他端は自由端18を形成する。

【0020】この構成のチップアンテナ10において、導体12は第1周波数 $f_1$ に共振する。また、LC並列共振回路13が共振する第2周波数 $f_2$ に対しては、導体12のLC並列共振回路13の接続位置から他端まで、すなわち第2導体122が開放された状態と等価になり、導体12の一端からLC並列共振回路13の接続位置までの長さ、すなわち第1導体121の長さを第2周波数 $f_2$ に共振させるように設定すれば、第1導体121は第2周波数 $f_2$ に共振する。

【0021】この結果、チップアンテナ10は、導体12の長さに応じた第1周波数 $f_1$ 、及び第1導体121の長さに応じた第2周波数 $f_2$ を共振周波数とすることができる。

【0022】表1に、導体12の長さ $d_1$ 及び第1導体121の長さ $d_2$ をそれぞれ変えた3種類のチップアンテナ10における $f_1$ 、 $f_2$ 、 $f_2-f_1$ 、BWa及びBWbを示す。なお、BWa及びBWbは、電圧定在波比=2のときの第1及び第2周波数 $f_1$ 、 $f_2$ の帯域幅である。

【0023】

【表1】

サンプル No.						VSWR=2	
	d1 [mm]	d2 [mm]	f1 [MHz]	f2 [MHz]	f1-f2 [MHz]	BWa [MHz]	BWb [MHz]
1	94	89	812.8	866.8	54.0	15.7	16.3
2	90	79	874.0	964.0	90.0	17.0	20.6
3	96	80	790.0	953.0	163.0	15.4	18.0

【0024】図4に、表1におけるサンプルNo. 1のチップアンテナ10の反射損失及び電圧定在波比を示

す。なお、図4中において、実線は反射損失を、破線は電圧定在波比を示し、点A及び点B（図4中▽印）は共

振周波数を示す。

【0025】表1及び図4から、導体12に、反共振回路であるLC並列共振回路13を直列接続することにより、チップアンテナ10が2つの共振周波数を有することがわかる。すなわち、1つのチップアンテナ10で異なる2つの共振周波数を備えるアンテナを実現できることがわかる。

【0026】また、導体12の給電部15である一端から自由端18である他端までの長さd1、及び第1導体121の一端から他端までの長さd2を任意の値にすることにより、2つの共振周波数を任意の値にすることが可能である。

【0027】なお、第1及び第2周波数f1、f2の帯域幅は、チップアンテナ10の導体12と、チップアンテナ10を搭載する移動体通信機のグラウンド（図示せず）との間に発生する浮遊容量により決定され、その浮遊容量を大きくすることにより、第1及び第2周波数f1、f2の帯域幅を広げることができる。

【0028】図5に、図1に示すアンテナ装置10の入力インピーダンス特性を示す。この図から、2つの共振周波数812.8MHz（点A）、866.8MHz（点B）において、チップアンテナ10の入力インピーダンスとチップアンテナ10が搭載される移動体通信機などの高周波回路部の特性インピーダンスとの比が、それぞれ1.09、0.99となり、チップアンテナ10の入力インピーダンスが、チップアンテナ10が搭載される移動体通信機などの高周波回路部の特性インピーダンスとはほぼ一致していることがわかる。すなわち、インピーダンス調整用の整合回路が不要であることがわかる。

【0029】図6及び図7に、図1のチップアンテナ10の変形例の透視斜視図を示す。図6のチップアンテナ10aは、直方体状の基体11aと、基体11aの表面に沿って、基体11aの長手方向に螺旋状に巻回される導体12aと、導体12aの中間部に挿入して導体12aに電氣的に直列接続され、基体11aの内部に形成されるLC並列共振回路13aと、導体12aに電圧を印加するために、基体11aの表面に形成される給電用端子14aとを備える。

【0030】そして、導体12aはLC並列共振回路13aにより第1導体121aと第2導体122aとに分離される。また、LC並列共振回路13aは並列に接続されたコイルL1とコンデンサC1とからなる。

【0031】なお、第1導体121aの一端は基体11aの表面にて給電用端子14aに接続され、第1導体121aの他端はビアホール19aを介してコイルL1の一端及びコンデンサC1を構成するコンデンサ電極16aに接続される。また、第2導体122aの一端はビアホール19aを介してコイルL1の他端及びコンデンサC1を構成するコンデンサ電極17aに接続され、第2

導体122aの他端は基体11aの表面にて自由端18aを形成する。

【0032】この場合には、第1及び第2導体121a、122aからなる導体12aを、基体11aの表面にスクリーン印刷等で簡単に形成できるため、チップアンテナ10aの製造工程が簡略化できる。

【0033】図7のチップアンテナ10bは、直方体状の基体11bと、基体11bの表面（一方主面）にミアンダ状に形成される導体12bと、導体12bの中間部に挿入して導体12bに電氣的に直列接続され、基体11bの内部に形成されるLC並列共振回路13bと、導体12bに電圧を印加するために、基体11bの表面に形成される給電用端子14bとを備える。

【0034】そして、導体12bはLC並列共振回路13bにより第1導体121bと第2導体122bとに分離される。また、LC並列共振回路13bは並列に接続されたコイルL1とコンデンサC1とからなる。

【0035】なお、第1導体121bの一端は基体11bの表面にて給電用端子14bに接続され、第1導体121bの他端はビアホール19bを介してコイルL1の一端及びコンデンサC1を構成するコンデンサ電極16bに接続される。また、第2導体122bの一端はビアホール19bを介してコイルL1の他端及びコンデンサC1を構成するコンデンサ電極17bに接続され、第2導体122bの他端は基体11bの表面にて自由端18bを形成する。

【0036】この場合には、ミアンダ状の導体を基体の一方主面のみに形成するため、基体の低背化が可能となり、それとともないアンテナ本体の低背化も可能となる。なお、ミアンダ状の導体は、基体の内部に形成されていてもよい。

【0037】上述した第1の実施例のチップアンテナによれば、導体の中間部に挿入され、電氣的に直列接続される反共振回路を備えているため、導体は第1周波数に共振し、反共振回路が共振する第2周波数に対しては、導体の反共振回路の接続位置から他端まで、すなわち第2導体が開放された状態と等価になり、導体の一端から反共振回路の接続位置までの長さ、すなわち第1導体の長さを第2周波数に共振させるように設定すれば、このチップアンテナは、導体の長さに応じた第1周波数と、第1導体の長さに応じた第2周波数とを共振周波数とすることができる。

【0038】したがって、1つのチップアンテナで異なる2つの共振周波数を備えるアンテナを実現することが可能となり、その結果、例えば、携帯電話用巻き取りアンテナ、送受信を共用するアンテナ等に利用することができる。

【0039】また、導体の全長、及び給電用端子から反共振回路の接続位置まで、すなわち第1導体の長さを任意の値に設定することにより、2つの共振周波数を任意

の値に設定することが可能である。

【0040】さらに、反共振回路をLC並列共振回路で構成しているため、チップアンテナを構成する誘電材料からなる基板に内蔵したり、搭載したりすることが可能となる。

【0041】また、第1及び第2周波数の帯域幅がチップアンテナの導体と、チップアンテナを搭載する移動体通信機のグラウンドとの間に発生する浮遊容量により決定されるため、チップアンテナ自身を大きくすることなく、広い帯域幅を備えた小型のチップアンテナを実現することができる。

【0042】さらに、反共振回路が基板に内蔵されるため、チップアンテナの小型化が可能となるとともに、反共振回路の径時変化が小さく、耐久性が高くなり、チップアンテナの信頼性を向上させることができる。

【0043】また、第1の実施例のチップアンテナのように、反共振回路を構成するキャパシタンス素子をコンデンサ電極として基板に内蔵することにより、キャパシタンス素子の容量値の可変範囲が広がる。したがって、第2周波数の可変範囲を広くすることができる。

【0044】さらに、第1の実施例のチップアンテナのように、反共振回路を構成するインダクタンス素子をコイル電極として、キャパシタンス素子をコンデンサ電極として、それぞれ基板に内蔵することにより、設計段階でインダクタンス素子のインダクタンス値、キャパシタンス素子の容量値の微調整が可能であり、設計段階で第1及び第2周波数を精度良く決定することができる。

【0045】図8に、本発明に係るチップアンテナの第2の実施例の透視斜視図を示す。チップアンテナ20は、酸化バリウム、酸化アルミニウム、シリカを主成分とする直方体状の基板21の内部に、基板21の長手方向に螺旋状に巻回される導体22を備え、基板21の表面（一方主面）に、導体22の中間部に挿入され、導体22に電気的に直列接続される反共振回路であるLC並列共振回路23を備え、基板11の表面に、導体22に電圧を印加するための給電用端子24を備える。

【0046】そして、導体22はLC並列共振回路23により第1導体221と第2導体222とに分離される。また、LC並列共振回路23は並列に接続されたインダクタンス素子である可変チップコイルL2とキャパシタンス素子である可変チップコンデンサC2とからなる。

【0047】なお、導体22の一端である第1導体221の一端は、基板21の端面に引出され給電部25となり給電用端子24に接続される。また、第1導体221の他端は、ビアホール26を介して可変チップコイルL2の一端及び可変チップコンデンサC2の一端に接続される。さらに、第2導体222の一端は、ビアホール26を介して可変チップコイルL2の他端及び可変チップコンデンサC2の他端に接続される。また、導体22の他端である第2導体222の他端は、基板21の内部で

自由端27を形成する。このような構成により、第1及び第2導体221、222で構成される導体22とLC並列共振回路23とが直列接続となる。

【0048】なお、図8のチップアンテナ20の等価回路は、図3に示す図1のチップアンテナ10の場合と同様である。

【0049】表2に、LC並列共振回路23を構成する可変チップコイルL2のインダクタンス値を3.0nHに固定し、可変チップコンデンサC2の容量値を5.0~25.0pFにした場合のチップアンテナ20の利得を示す。

【0050】なお、チップアンテナ20の第1導体221の一端から他端までの長さは約100mmであり、第1導体221が共振する周波数は約750MHzである。また、表2中において、f2は、可変チップコイルL2のインダクタンス値と可変チップコンデンサC2の容量値とから求まるLC並列共振回路23が共振する第2周波数の計算値である。

【0051】

【表2】

L [nH]	C [pF]	f [MHz]	利得 [dBd]
3.0	5.0	1299.5	-20.3
3.0	10.0	918.9	-9.2
3.0	15.0	750.3	-3.5
3.0	20.0	649.7	-6.3
3.0	25.0	581.2	-11.0

【0052】この表2から、LC並列共振回路23が共振する第2周波数f2と第1導体221が共振する周波数とがほぼ一致するとき（L=3.0[nH]、C=15.0[pF]）に、チップアンテナの利得が最大になることがわかる。すなわち、可変チップコンデンサC2の容量値を調整することにより、LC並列共振回路23が共振する第2周波数f2が調整でき、その結果、LC並列共振回路23が共振する第2周波数f2と第1導体221が共振する周波数とが一致する際に、アンテナ特性が最も良好となるチップアンテナを得ることができる。

【0053】これは、LC並列共振回路23が共振する周波数と第1導体221が共振する周波数とが一致したとき、LC並列共振回路23が、第1導体221の共振を妨害しなくなるためである。

【0054】上述した第2の実施例のチップアンテナによれば、LC並列共振回路を構成するキャパシタンス素子を可変チップコンデンサとしたため、可変チップコンデンサの容量値を調整することにより、LC並列共振回路が共振する第2周波数が調整でき、その結果、LC並列共振回路が共振する第2周波数と第1導体が共振する周波数とが一致する際に、アンテナ特性が最も良好とな

るチップアンテナを得ることができる。

【0055】図9に、本発明に係るチップアンテナの第3の実施例の透視斜視図を示す。チップアンテナ30は、酸化バリウム、酸化アルミニウム、シリカを主成分とする直方体状の基体31の内部に、基体31の長手方向に螺旋状に巻回される導体32と、導体32の中間部に挿入され、導体32に電気的に直列接続される反共振回路である第1及び第2LC並列共振回路331、332とを備え、基体31の表面に、導体32に電圧を印加するための給電用端子34を備える。

【0056】そして、導体32は第1及び第2LC並列共振回路331、332により第1導体321と第2導体322と第3導体323に分離される。また、第1LC並列共振回路331は並列に接続されたインダクタンス素子であるコイルL31とキャパシタンス素子であるコンデンサC31とからなり、第2LC並列共振回路332は並列に接続されたインダクタンス素子であるコイルL32とキャパシタンス素子であるコンデンサC32とからなる。

【0057】なお、導体32の一端である第1導体321の一端は、基体31の端面に引き出され給電部35となり給電用端子34と接続される。また、第1導体321の他端は、基体31の内部においてコイルL31の一端及びコンデンサC31を構成するコンデンサ電極361に接続される。

【0058】さらに、第2導体322の一端は、基体31の内部においてコイルL31の他端及びコンデンサC31を構成するコンデンサ電極371に接続される。また、第2導体322の他端は、基体31の内部においてコイルL32の一端及びコンデンサC32を構成するコンデンサ電極362に接続される。

【0059】さらに、第3導体323の一端は、基体31の内部においてコイルL32の他端及びコンデンサC32を構成するコンデンサ電極372に接続される。また、導体32の他端である第3導体322の他端は、基体31の内部において自由端38を形成する。このような構成により、第1、第2及び第3導体321～323で構成される導体32と第1及び第2LC並列共振回路331、332とが直列接続となる。

【0060】この構成のチップアンテナ30において、導体32は第1周波数 $f_1$ に共振する。また、第1LC並列共振回路331が共振する第2周波数 $f_2$ に対しては、導体32の第1LC並列共振回路331の接続位置から他端まで、すなわち第2及び第3導体322、323が開放された状態と等価になり、導体32の一端から第1LC並列共振回路331の接続位置までの長さ、すなわち第1導体321の長さを第2周波数 $f_2$ に共振させるように設定すれば、第1導体321は第2周波数 $f_2$ に共振する。

【0061】また、第2LC並列共振回路332が共振

する第3周波数 $f_3$ に対しては、導体32の第2LC並列共振回路332の接続位置から他端まで、すなわち第3導体323が開放された状態と等価になり、導体32の一端から第2LC並列共振回路332の接続位置までの長さ、すなわち第1導体321と第2導体322とをたした長さを第3周波数 $f_3$ に共振させるように設定すれば、第1及び第2導体321、322は第3周波数 $f_3$ に共振する。

【0062】この結果、チップアンテナ30は、導体32の長さに応じた第1周波数 $f_1$ 、第1導体321の長さに応じた第2周波数 $f_2$ 、及び第1導体321と第2導体322とをたした長さに応じた第3周波数 $f_3$ とを共振周波数とすることができる。

【0063】上述した第3の実施例のチップアンテナによれば、導体の中間部に挿入され、電気的に直列接続される2つのLC並列共振回路を備えているため、1つのチップアンテナで異なる3つの共振周波数を備えるアンテナを実現することが可能となる。

【0064】図10に、一般的な移動体通信機である携帯電話器のRFブロック図を示す。携帯電話40は、アンテナANTと、スイッチSWを介してアンテナANTに接続される送信回路Tx及び受信回路Rxと、スイッチSW、送信回路Tx及び受信回路Rxをカバーする筐体41とを含む。

【0065】そして、送信回路Txは、低域通過フィルタLPF、高出力増幅器PA、帯域通過フィルタBPF及びミキサMIXで構成され、受信回路Rxは、低雑音増幅器LNA、低域通過フィルタLPF及びミキサMIXで構成される。

【0066】したがって、図1、図6～図9に示すチップアンテナ10、10a、10b、20、30を、図10に示す携帯電話器40のアンテナANTに用いることが考えられる。

【0067】上述の実施例の携帯電話器によれば、アンテナに、1つで異なる複数の共振周波数を備えるチップアンテナを使用しているため、1つのアンテナで、異なる複数の周波数における電波の送受信を行なうことができる。したがって、移動体通信機を小型化にすることが可能となる。

【0068】なお、上述の第1乃至第3の実施例においては、基体が、酸化バリウム、酸化アルミニウム、シリカを主成分とする誘電材料により構成される場合について説明したが、基体としてはこの誘電材料に限定されるものではなく、酸化チタン、酸化ネオジムを主成分とする誘電材料、酸化ニッケル、酸化コバルト、酸化鉄を主成分とする磁性材料、あるいは誘電材料と磁性材料の組み合わせでもよい。

【0069】また、導体が1本の場合について説明したが、それぞれが平行に配置された複数本の導体を有していてもよい。この場合には、導体の本数に応じて共振周



波数をさらに増やすことが可能となる。

【0070】さらに、導体に1つあるいは2つの反共振回路を直列接続し、チップアンテナが2つあるいは3つの共振周波数を有する場合について説明したが、導体に3つ以上の反共振回路を直列接続することにより、チップアンテナが異なる4つ以上の共振周波数を有することも可能となる。その結果、例えば、異なる4つの共振周波数を有する場合には、ページャ、PHS及び携帯電話といった複数の移動体通信機の電波を1つのチップアンテナで送受信することができる。

【0071】さらに、第1の実施例において、キャパシタンス素子及びインダクタンス素子が基体の内部に設けられる場合について説明したが、それらの一部が基体の両主面上に設けられていてもよい。例えば、キャパシタンス素子を構成するコンデンサ電極の一方、あるいは一部やインダクタンス素子を構成するコイル電極の一部を基体の両主面上に設ける方法などがある。この場合には、基体の主面上に形成された部分をレーザなどで簡単にトリミングすることができるため、反共振回路が共振する周波数を簡単に調整し、チップアンテナの特性を向上させることが可能となる。

【0072】

【発明の効果】請求項1のチップアンテナによれば、導体の中間部に挿入され、電気的に直列接続される反共振回路を備えているため、導体は、導体の長さに応じた周波数に共振し、反共振回路が共振する周波数に対しては、導体の反共振回路の接続位置から他端までが開放された状態と等価になり、導体の一端から反共振回路の接続位置までの長さを、反共振回路が共振する周波数に共振させるように設定すれば、このチップアンテナは、導体の長さに応じた周波数と、導体の一端から反共振回路の接続位置までの長さに応じた周波数とを共振周波数とすることができる。

【0073】したがって、1つのチップアンテナで複数の共振周波数を備えるアンテナを実現することが可能となり、その結果、例えば、携帯電話用巻き取りアンテナ、送受信を共用するアンテナ等に利用することができる。

【0074】また、導体の全長、及び給電用端子から反共振回路の接続位置までの長さを任意の値に設定することにより、2つの共振周波数を任意の値に設定することが可能である。したがって、任意の移動体通信機などに対応することができる。

【0075】さらに、複数の周波数の帯域幅がチップアンテナの導体と、チップアンテナを搭載する移動体通信機のグラウンドとの間に発生する浮遊容量により決定されるため、チップアンテナ自身を大きくすることなく、広い帯域幅を備えた小型のチップアンテナを実現することができる。

【0076】請求項2のチップアンテナによれば、反共

振回路をインダクタンス素子とキャパシタンス素子とからなるLC並列共振回路で構成しているため、そのインダクタンス素子とキャパシタンス素子をチップアンテナを構成する誘電材料及び磁性材料の少なくとも一方からなる基板に内蔵したり、搭載したりすることが可能となる。したがって、複数の共振周波数を備えるチップアンテナの小型化が可能となる。

【0077】請求項3のチップアンテナによれば、反共振回路であるLC並列共振回路を構成するインダクタンス素子及びキャパシタンス素子の少なくとも一方を可変素子としたため、その可変素子の値を調整することにより、LC並列共振回路の共振周波数が調整でき、その結果、アンテナ特性の良好なチップアンテナを得ることができる。

【0078】請求項4のチップアンテナによれば、反共振回路が基体に内蔵されるため、チップアンテナの小型化が可能となるとともに、反共振回路の径時変化が小さく、耐久性が高くなり、チップアンテナの信頼性を向上させることができる。

【0079】請求項5の移動体通信機によれば、アンテナに、1つで異なる複数の共振周波数を備えるチップアンテナを使用しているため、1つのアンテナで、異なる複数の周波数における電波の送受信を行なうことができる。したがって、移動体通信機を小型化にすることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のチップアンテナに係る第1の実施例の透視斜視図である。

【図2】図1のチップアンテナの分解斜視図である。

【図3】図1のチップアンテナの等価回路図である。

【図4】図1のチップアンテナの反射損失及び電圧定在波比を示す図である。

【図5】図1のチップアンテナの入力インピーダンスを示す図である。

【図6】図1のチップアンテナの変形例を示す透視斜視図である。

【図7】図1のチップアンテナの別の変形例を示す透視斜視図である。

【図8】本発明のチップアンテナに係る第2の実施例の透視斜視図である。

【図9】本発明のチップアンテナに係る第3の実施例の透視斜視図である。

【図10】一般的な移動体通信機のRFブロック図である。

【図11】従来のプリントアンテナを示す上面図である。

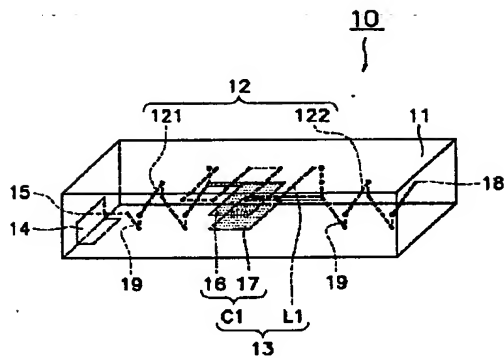
【符号の説明】

10, 20, 30	チップアンテナ
11, 21, 31	基体
12, 22, 32	導体

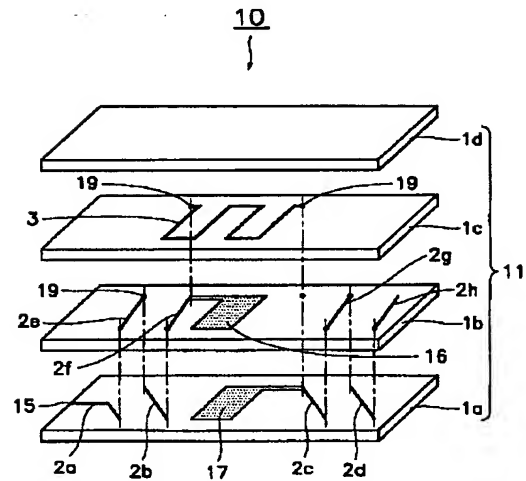
13, 23, 331, 332 反共振回路 (LC並列共振回路)  
 14, 24, 34 給電用端子  
 40 移動体通信機  
 41 筐体

ANT アンテナ  
 C1, C2, C31, C32 キャパシタンス素子  
 L1, L2, L31, L32 インダクタンス素子  
 Rx 受信回路  
 Tx 送信回路

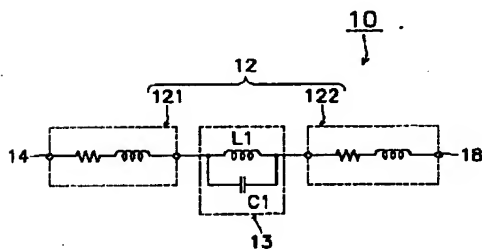
【図1】



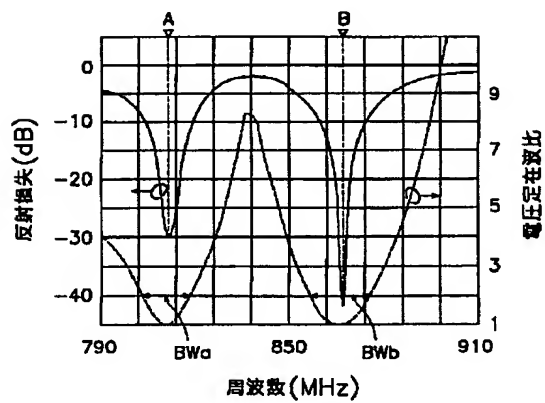
【図2】



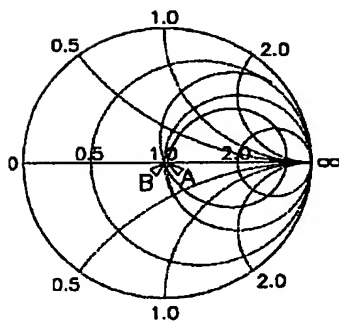
【図3】



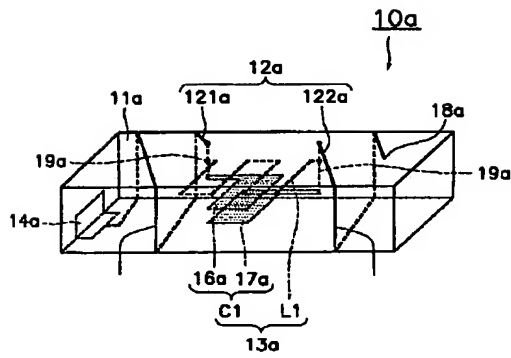
【図4】



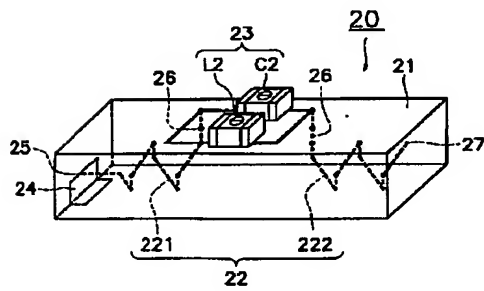
【図5】



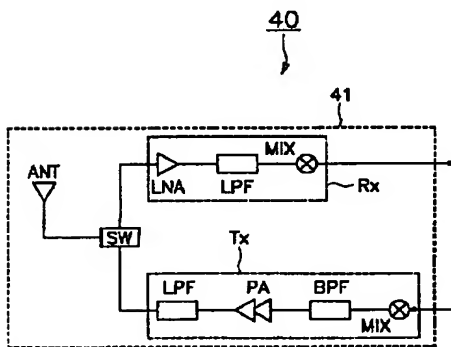
【図6】



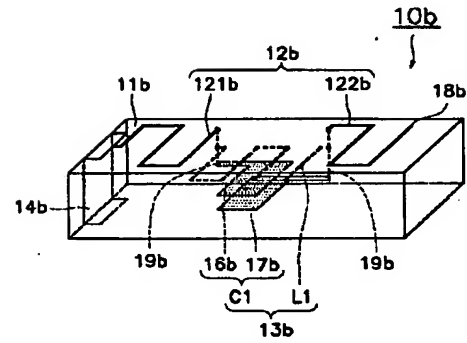
【図8】



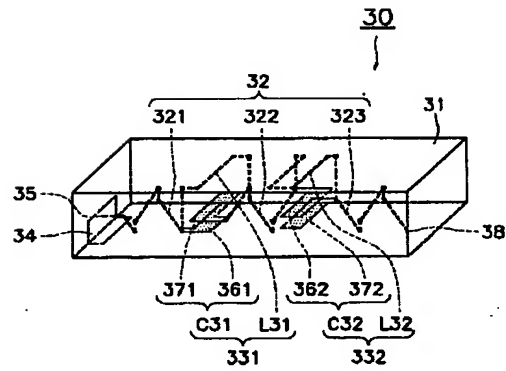
【図10】



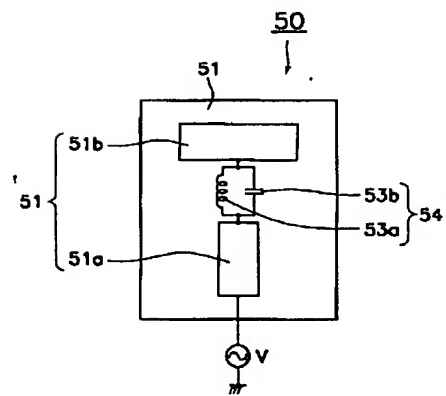
【図7】



【図9】



【図11】



フロントページの続き

(72)発明者 末定 剛  
京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式  
会社村田製作所内